

ICT 产业创新发展白皮书

（2020 年）

中国信息通信研究院

2020年10月

版权声明

前 言

ICT 技术与数字经济紧密相关，人工智能、轨道卫星、自动驾驶等 ICT 技术构成数字经济的基础核心，因此 ICT 产业的创新对数字经济的推动作用至关重要，也是国家产业升级和推动企业发展的重要基石。

就 ICT 产业的创新发展来看，在国家层面战略高度不断提升，日益得到领先科技公司的重视。由此带动创新人才、创新资本等要素不断加大投入，带动产品、服务、科技等创新成果层出不穷的产出，并且创新模式也在不断颠覆，开源协作与标准引领在 ICT 产业的发展中日益重要，并为创新技术开发、应用降低了进入门槛。政府也为 ICT 产业的创新发展积极进行要素资源的优化配置，不断创新协调发展步伐。

我们同样看到，ICT 产业尽管主要因内生性需求而驱动发展，但在新形势下，更易因国际形势发展、全球化疫情、政策法规等创新影响要素作用而出现波动。由此导致新兴技术治理、隐私保护、供应链安全等问题研究的迫切性日益突出。

未来一段时间内，可以预见的是尽管全球去工业化步伐减缓，但 ICT 产业的创新速度仍将日新月异，由此带动多行业的高质量数字化转型。本白皮书希冀通过多视角以翔实的数据描绘展现 ICT 产业创新现状，从而展望 ICT 产业更好的未来。

目 录

图 目 录

表 目 录

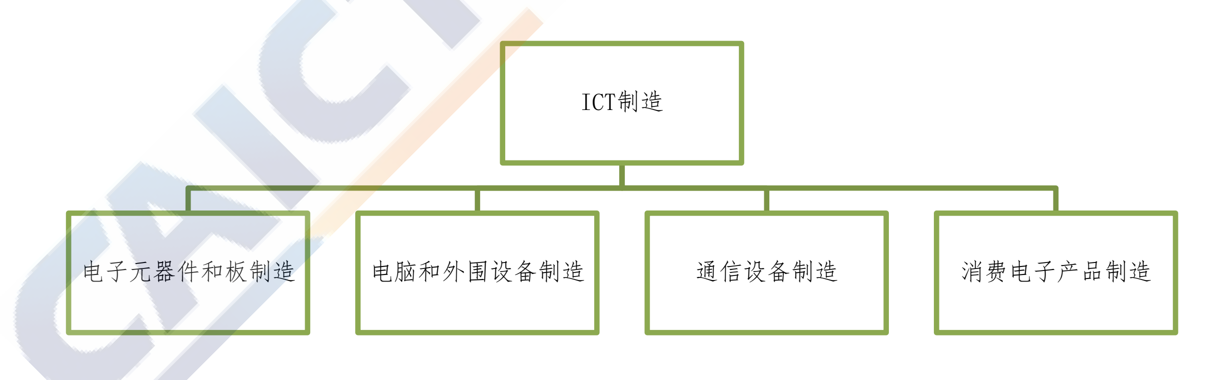

CAICT 中国信通院

一、ICT 产业范畴及与创新的关系

（一）ICT 产业范畴

ICT 指信息与通信技术（information and communications technology）。联合国在 2008 年 8 月 11 日发布的第四版国际标准产业分类时，结合 OECD 在 2007 年给出 ICT 定义，即“主要通过电子手段完成信息加工和通信的产品和服务，或使具有信息加工和通信功能”。该定义包括 ICT 制造业、ICT 贸易行业和 ICT 服务业。本白皮书为实现国际比较和更符合行业惯例，将 ICT 产业的研究范畴界定为 ICT 制造业和 ICT 服务业。

其中，ICT 制造业细分领域包括电子元器件和板制造（含半导体元器件和集成电路制造）、电脑和外围设备制造、通信设备制造、消费电子产品制造（含手机和平板制造）。

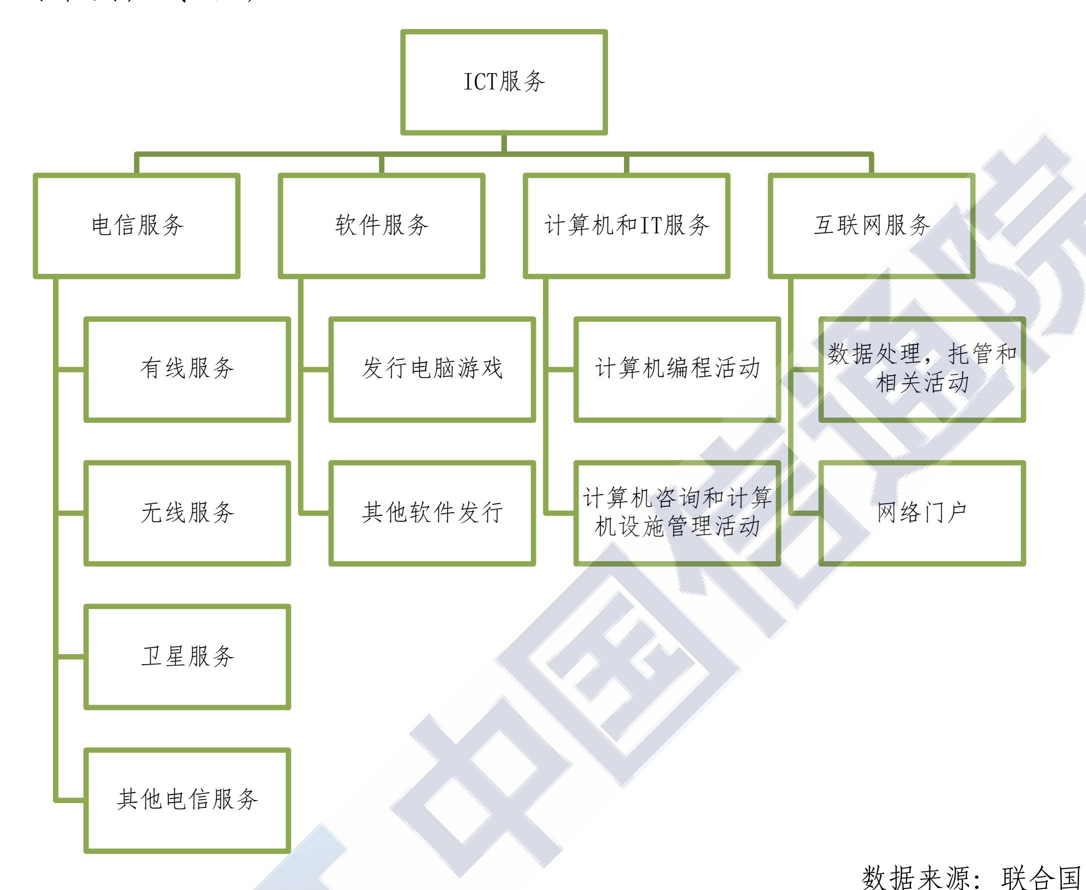


数据来源：联合国

图 1 ICT 制造业范畴

ICT 服务业细分领域包括电信服务（含有线、无线、卫星等电信服务）、软件服务（含电脑游戏等软件发行服务）、计算机和 IT 服务

（含计算机编程、咨询和设施管理）、互联网服务（含数据处理，托管和网络门户等活动）。



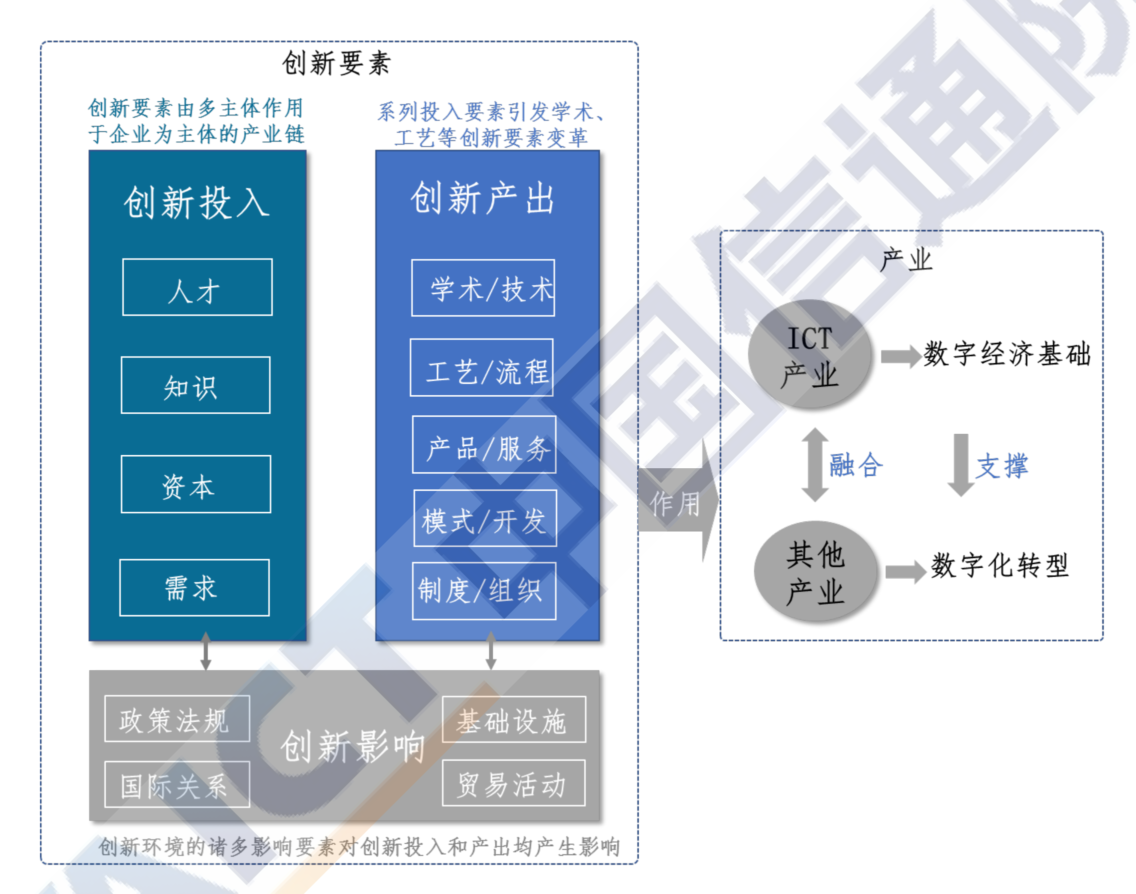
数据来源：联合国

图 2 ICT 服务业范畴

（二）ICT 产业与创新要素

从促进创新的要素看，主要分为创新投入、创新产出和创新影响三大类要素。创新投入包括人才、知识、资本研发、用户需求，创新产出包括学术和技术，工艺和流程、产品和服务、商业模式和开发模式、企业内部组织架构和规章制度。创新影响要素包括创新相关的政策法规、服务创新的基础设施，也包括国家间的政治关系和进出口贸易活动。

从创新要素与 ICT 产业的关系看，这些要素作用于多产业中以促进创新，并且 ICT 产业中这些创新要素为促进创新所发挥作用尤为显著。ICT 产业受这些要素作用而不断发展，为数字经济奠定良好基础。同时，ICT 产业在创新驱动下与其他产业不断融合，从而有效支撑其他产业的数字化转型。



数据来源：中国信通院

图 3 创新要素与 ICT 产业的关系

ICT 产业全球化特点导致创新要素大量汇聚。ICT 产业之所以在经济全球化过程中起到关键性作用，很大部分原因是其凝聚和吸引了大量的相关主体协作创新，从而实现普适性的国际性技术标准、广泛遍及多国的产业链分工协作、实时互联互通的网络化通讯，提高了许

多行业的生产能力。影响 ICT 产业的创新要素种类多样，彼此之间存在隐形或显性的关联关系。这些创新要素种类繁多且相互流通和循环。

创新投入引发系列创新产出的变革。在创新投入环节中，科研高校向 ICT 产业不断输入人才和科学发现，金融和投资机构牵头带动资本不断投入到产业创新过程中，中介和服务机构持续提供产业所需的产品和服务，在用户消费者和客户需求刺激下企业不断优化产品和服务以谋求更多投资回报。这一系列创新相关主体投入的创新要素，作用、流通和循环在企业为主体的 ICT 产业链中，从而引发一系列的创新成果变革，例如学术和技术革新，工业革新或流程革新，产品和服务迭代升级，更优化的商业模式和新业态，以开源为趋势的新的开发模式，国家和企业为优化要素配置进行的战略规划、政策制度优化、组织架构调整。

创新产出成果在 ICT 产业内扩散且促进其他产业转型。创新产出的成果一方面在 ICT 产业链内不断扩散蔓延，从而促进 ICT 产业朝向数字经济发展，以旺盛的内需、庞大的规模催生新业态、新产能、新模式，逐步成为数字经济的基础，一方面对其他产业渗透和影响，加快创新速度，从而促进其他产业数字化转型。

创新影响要素同时影响创新投入和产出。ICT 产业在创新发展过程中，较易受到政策法规、基础设施、国际关系、贸易活动等因素影响。这些创新影响要素构造了复杂的创新环境，同时也对创新投入和产出要素持续作用产生影响。

二、ICT 产业创新现状

（一）ICT 前沿技术创新在国家层面形成战略高点

政策法规监管和保护、基础设施完善和维护、国际关系建立和加强、贸易活动管制和促进等创新影响要素对 ICT 产业影响显著，主要由政府及监管部门负责维护和治理。各国正在不断加强创新体系构建，将创新提升到国家战略、纲要和规划的高度，以动态调整创新投入和产出的结构与关系，实现高效创新。近些年各个国家在激励 ICT 产业的创新发展时，往往侧重在 5G、6G、人工智能、云技术、高性能计算、区块链、物联网等前沿领域加大人才、费用、基础设施方面的建设。

例如，美国在人工智能、5G、边缘计算等技术的创新发展中，在人才方面积极招募和发展人才，培育数字化人才，在费用方面增加长期研发投资，为参与全球标准制定的企业拨付研发贷款，不断追加或提高领先技术方面的研发资金。例如美国美国国家科学基金会（NSF）用于人工智能、量子信息、网络安全等研究的 2021 财年预算相对 2020 财年增加 2.7 亿美元。在政策法规方面提高与 5G 相关的税收抵免率，降低人工智能的技术准入壁垒，在服务创新的基础设施建设方面，大规模投入资金补贴农村宽带基础设施建设，为农村 5G 网络部署发放额外频谱，并推进计算基础设施建设步伐，以及将数据提升到战略性资产的地位。

韩国的 ICT 产业战略除了顾及 5G 和人工智能外，还非常注重产业链上游的创新能力提升，提出制造业回流战略。在人才方面选拔扶持核心战略技术龙头企业，从 2020 年开始在高校增设人工智能专业，2022 年开始将人工智能和软件教育纳入中小学基本课程；在费用方面为上游原材料和零部件龙头企业给予税负优惠，对半导体等新兴产业投资 5 万亿韩元，并通过建立 5G 网络即可获得税收减免措施激励私营部门投资领先技术，为新一代存算一体人工智能芯片研发投入 1 万亿韩元；在基础设施方面为上游原材料相关企业提供用地规划等。

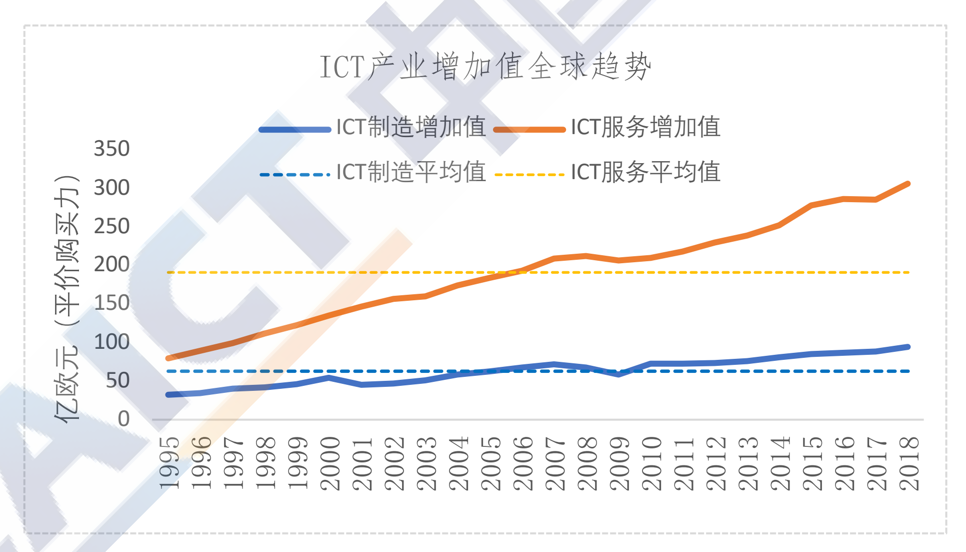
此外，日本、德国、法国和瑞典为促进 5G、6G、NB-IoT 等领域的创新，发放频谱资源、简化基础设施审批，以促进 5G 网络快速部署，为 ICT 产业发展奠定基础设施良好的创新环境。

中国大陆 ICT 产业的创新通过新型基础设施建设的有序推进得到如火如荼的发展。在人才方面，各级政府密集推出政策致力于实现人才高端化和职业化配比合理，优化国际人才服务保障，建设外籍人才服务体系，聚焦领军企业和青年拔尖人才的培育；在费用方面，试点示范和新模式应用企业可获得资金支持及补助，建立突出研发经费投入的高新区高质量发展评价指标体系；在基础设施建设方面，提前发放 5G 牌照以奠定 5G 创新基础，促进光纤宽带提速升级，拓展网络覆盖和优化网络质量，多地纷纷筹划建立创新中心和实验室；在创新模式方面推动一系列标准制定和组织应用大赛蓬勃开展，鼓励行业合理开放数据、鼓励国内外合作交流。

（二）创新在产业层面促进结构优化调整

1.创新引领产业向高增加值方向转型

产品和服务的增加值不断提高。1995 年至 2018 年期间，全球 ICT 产业主要国家的制造业和服务业增加值逐年增长[1]，且 ICT 服务业的增加值增长势头迅猛，体现全球 ICT 产业趋于向增加值更高的服务业转型。以现价欧元购买力平价（PPS）[2]分析增加值，2018 年全球 ICT 服务业增加值已明显高于平均值 190.7 亿欧元，达到 305.7 亿欧元，制造业的增加值随年增长相对缓慢，2018 年为 94.3 亿欧元，与平均值 62.3 亿欧元未拉开明显差距。



数据来源：欧洲委员会联合研究中心 The Joint Research Centre

数据统计：中国信通院

图 4 ICT 制造业和服务业的增加值变化趋势

[1] 数据范围涵盖全球 ICT 产业主要的 41 个国家/地区或组织，其中个别国家数据年份缺失以预测插值补全。Ireland 预测补全 2015-2018 数据，Norway、Switzerland、Brazil、China、India、Russia 预测补全 2017-2018 数据，Cyprus 预测补全 1995 年数据，Canada 和 Korea 预测补全 2016 数据，Australia 和 Japan 预测补全 2018 年数据。

[2] PPS（Purchase Power Standard），即以购买力平价（PPS）衡量对比不同国家的增加值，以现价欧元作为基准货币，换算各国 ICT 制造和服务业的增加值。

亚洲的 ICT 制造业在全球占显著份额。大部分国家在 ICT 制造业中逐渐丧失全球份额，即便是制造业全球占比领先的美国也呈减弱趋势，全球 ICT 制造业越来越集中在亚洲。1995 年亚洲制造业增加值全球占比 34%，2018 年提升至 72%。中国大陆、中国台湾和韩国的全球制造业占比逐年增大，中国大陆增加趋势尤为明显，2018 年全球制造业占比 39.4%，位居全球第一，其余国家/地区全球占比均不足 1%，体现了全球 ICT 制造产业链更趋于整合，以亚洲为主的国家发挥作用日益显著。

低 → 高

国家	ICT制造增加值全球占比 1995	ICT制造增加值全球占比 2018	ICT服务增加值全球占比 1995	ICT服务增加值全球占比 2018	趋势
亚洲	34%	72%	14%	29%	制造优势较明显
北美	32%	15%	33%	25%	服务优势明显
欧洲	16%	6%	25%	21%	制造弱服务强
南美	1%	0.7%	2.3%	2.4%	制造服务均弱
大洋洲	0.3%	0.08	1.5%	0.9%	

数据来源：欧洲委员会联合研究中心 The Joint Research Centre

数据统计：中国信通院

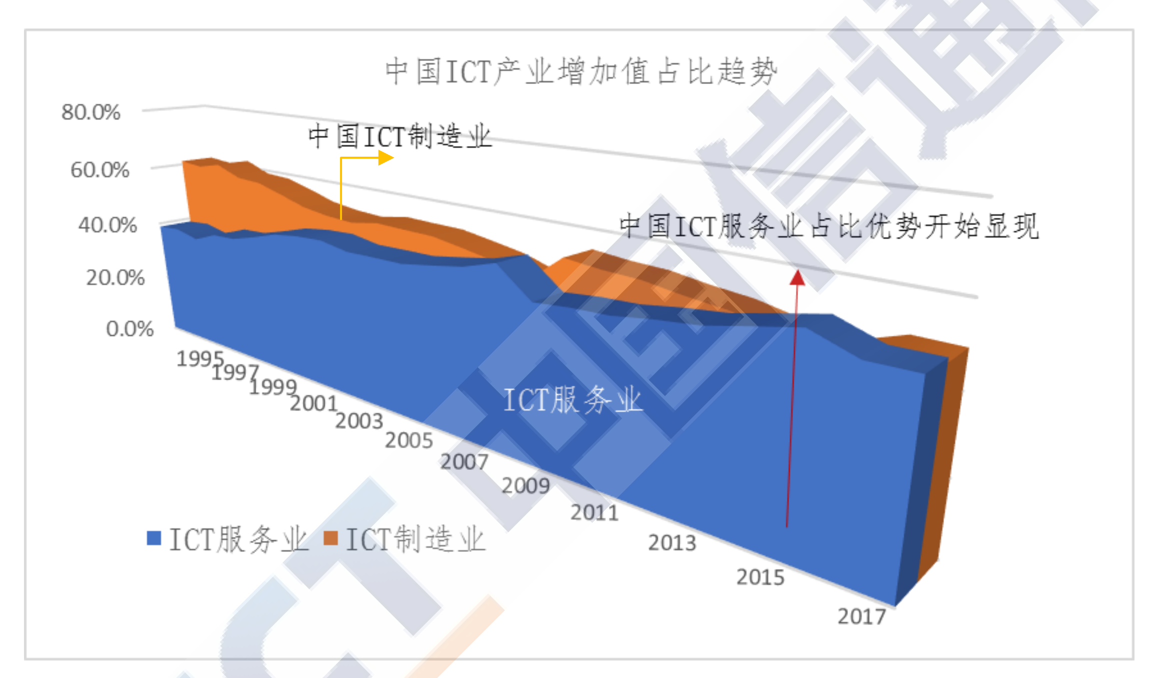
图 5 ICT 制造业和服务业的全球增加值占比发展趋势

亚洲的 ICT 服务业全球占比日益提升。就服务业增加值全球占比看，与制造业集中在亚洲的特点不同，多国在全球具有一定份额，形成较分散局面。但从发展趋势看，亚洲的 ICT 服务业全球占比逐年提升，1995 年亚洲全球占比 14%，2018 年提升至 29%。

从具体国家看，美国的全球 ICT 服务增加值占比相对稳定，在 24%左右，中国大陆和印度则随年在全球占比不断加大，日本和德国呈下降趋势，韩国的 ICT 服务发展较缓，全球占比在 1.4%左右且近

年下降。

中国大陆 ICT 产业结构逐渐朝向 ICT 服务业倾斜。目前，1995 年中国大陆 ICT 服务和制造业的增加值占比为四六比例，ICT 服务业增加值占比连年稳中有升，2015 年之后超过 ICT 制造业，体现出我国创新措施得当，ICT 产业高质量发展取得一定成效，逐步向增加值较高的服务业转型升级。



数据来源：欧洲委员会联合研究中心 The Joint Research Centre

数据统计：中国信通院

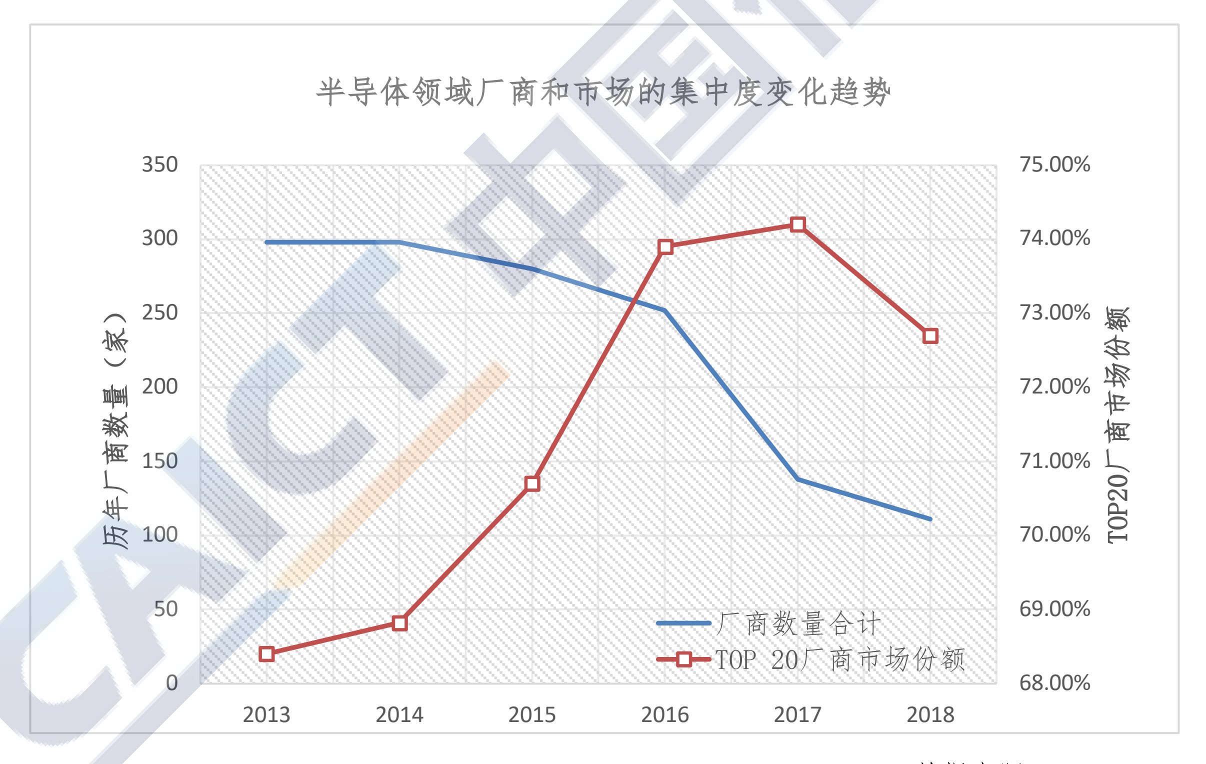
图 6 中国大陆 ICT 制造业和服务业的增加值发展趋势

2.创新高门槛致使子领域市场集中度提高

在 ICT 产业的半导体子领域[3]中，以占据 90%市场份额的厂商为分析对象，可见活跃的厂商逐年递减，2017 年更是锐减一半，新锐竞争者更是难以胜出。由此导致市场份额愈发集中在领导地位厂商手中。

[3] 半导体子领域包括通用的内存、微处理器、通用逻辑芯片、模拟芯片、离散芯片、光电芯片、非光学传感器，以及包括特定应用领域的芯片。

Gartner 数据显示，2013 年 TOP20 厂商的半导体市场份额 68.4%，2018 年则为 72.7%。在 2019 年，仅 TOP10 厂商就占据市场份额的 55.2%。分析集中原因，一方面由于半导体领域市场对人才、资本等创新投入要素要求非常高，技术工艺等创新产出要素制约导致体量大、实现难度高、创新产出周期长且回报率不可控，很多中小厂商难以为继，被排除出局，另一方面由于半导体领域收并购及合并举措频繁，厂商通过收并购快速补充实力，巩固和拓展市场地位，巨头发展成为常态，市场集中度不断变高。

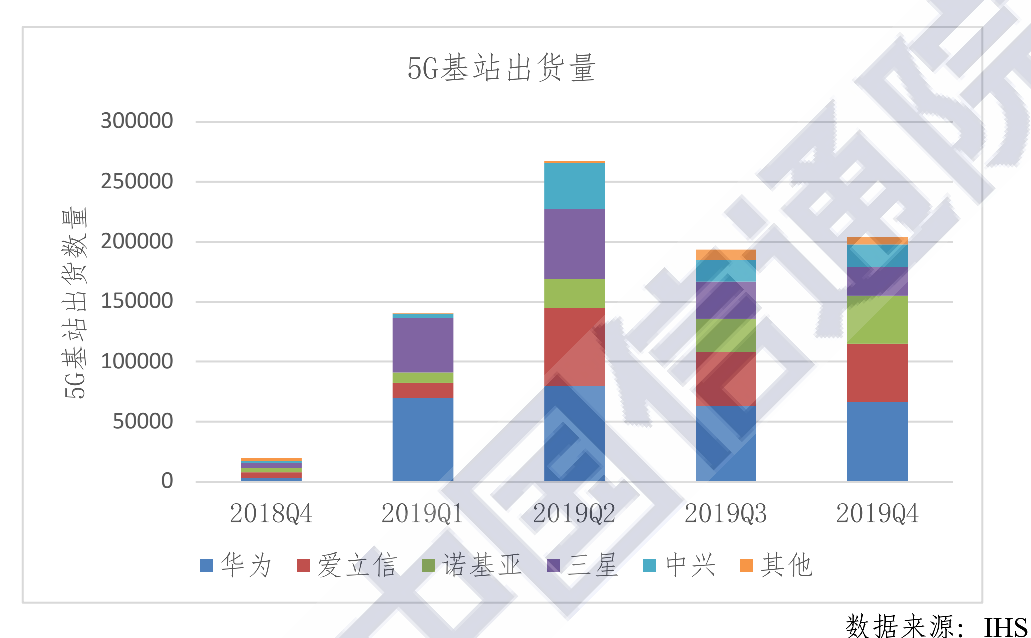


数据来源：Gartner

图 7 全球半导体厂商数量趋势和市场份额趋势

在通信设备制造领域，全球范围内也在进行整合，出现兼并和收购热潮，导致通信设备制造领域集中在华为、三星、爱立信、诺基亚

等几家设备商。也是由于该子领域同样面临创新需要大量投资、规模经济导致强者集中，小型企业难以进入市场所致。2019 年全球 5G 基站出货量中，97%以上份额由华为、爱立信、诺基亚、三星和中兴几家占有。



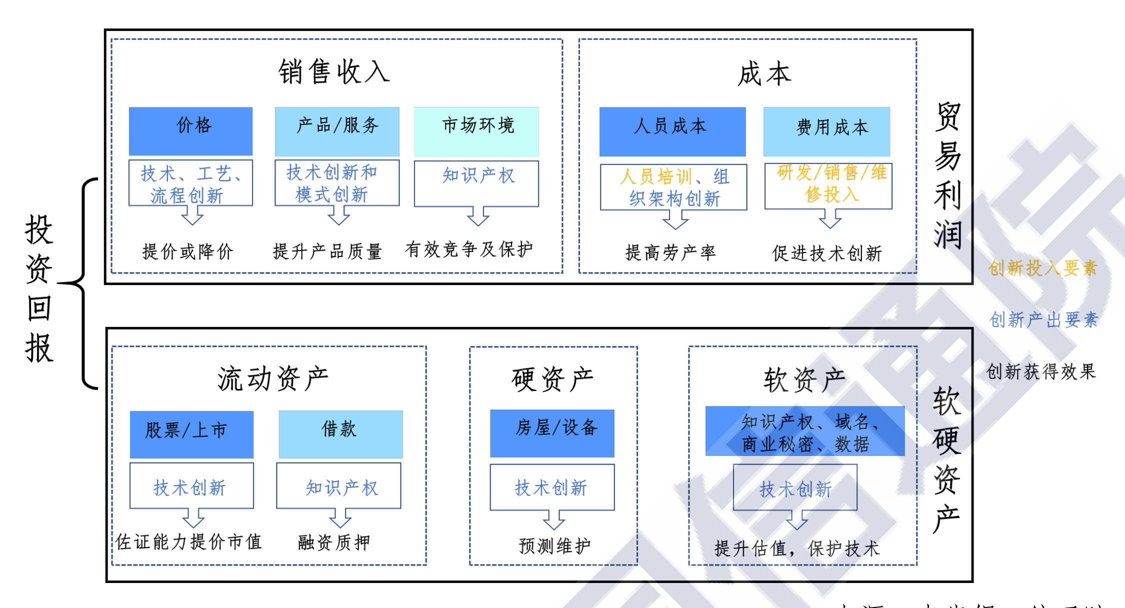
数据来源：IHS

图 8 全球 5G 基站出货量趋势

（三）创新在企业层面提升投资回报和无形资产比例

ICT 企业通过积极发展创新可提升投资回报。投资回报由贸易利润和软硬资产组成。贸易利润的销售收入环节受到价格预算、产品或服务质量以及市场内外部竞争环境等因素影响。通过技术和工艺流程改进优化，商业销售模式变革等，可使产品或服务的溢价能力提高，通过完善企业知识产权布局可有效实现创新保护及竞争对手防范。贸易利润的成本环节受到人员和费用等因素影响，通过创新投入和产出要素的革新可降低成本。例如对劳动力进行继续教育培训、调整优化

组织架构、设立完善的企业内部管理规范流程等，都有利于提高单位时间产出或人均产出。



来源：麦肯锡，信通院

图 9 创新为企业获取投资回报所发挥的作用

ICT 创新领先企业研发支出近年增幅显著。从 ICT 创新领先企业创新特点看，近年研发支出增幅显著，长期维持研发活动的企业创新成长表现更好，通过创新获得良好回报进入良性循环。普华永道思略特的全球创新 1000 强报告数据显示[4]，ICT 产业的细分领域均呈现创新领先企业研发支出显著特点。就细分领域看，第一类是半导体领域、存储和外围设备领域、软件领域，均多年保持高额研发支出节奏，2018 年是 2014 年的 1.2 倍至 1.4 倍左右；第二类是通讯设备、电子设备/仪器及零件领域，研发费用为第一类领域一半，但也呈现逐年增多的态势；第三类则是互联网软件和服务领域，2014 年研发费用较低，但逐年快速升温，2018 年排行榜中的 34 家企业研发费用已达 424.957

[4] https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/innovation1000.html

亿美元，其中谷歌达到 160 亿美元，脸书 77.5 亿美元。第四类是电信服务和 IT 服务，特点是研发费用明显落后其他子领域，不过无线电信服务近年增长速度较快，从 2014 年的 6 亿美元增长到 2018 年的 18 亿美元。

研发费用						
	低 → 高					单位：亿美元
ICT产业	细分领域	2014	2015	2016	2017	2018
ICT服务	互联网软件和服务	157.68	227.977	300.37	344.971	424.957
	IT服务	116.32	119.748	117.793	128.866	131.823
	软件	371.83	394.316	409.266	471.969	508.284
	多元化电信服务	108.425	106.498	105.615	105.855	106.915
	无线电信服务	6.00269	6.61636	5.48622	10.7451	18.4823
ICT制造	电子设备，仪器及零件	168.012	182.135	194.084	202.426	229.91
	技术硬件，存储和外围设备	404.22	441.765	460.175	458.099	497.372
	通讯设备	201.663	191.825	201.842	239.718	247.844
	半导体及半导体设备	415.382	457.104	484.158	530.449	585.843

来源：PwC network

图 10 ICT 细分产业的研发费用变化趋势

以技术创新和知识产权为代表的创新产出要素逐渐成为企业重要无形资产。企业在上市之前知识产权和技术等无形资产可有效佐证企业经营稳定性好，企业上市后通过技术创新和知识产权布局有可能进一步提升市值。企业在经营中，知识产权（专利、商标、版权）、域名、商业秘密、数据等构成无形资产，为企业塑造品牌、保护市场、融资盈利和持续经营都带来显著好处，在 ICT 行业，以互联网为代表的 ICT 服务业轻资产特点非常明显，以无形资产为主的 ICT 服务业巨头屡屡跻身全球市值排名靠前位置。普华永道发布的 2020 年全球市值百强企业排名（截至 2020 年 3 月）中，全球市值最高的上市公司前 20 名公司中有 7 家 ICT 企业，这 7 家里除 ICT

制造商台积电外，其他都是 ICT 服务商，如微软、苹果、亚马逊、谷歌、阿里巴巴、腾讯。

企业通过知识产权进行融资质押，对外许可，拓宽资金渠道。2010 年至 2020 年 7 月的全球已公开授权发明专利中，有 21.8 万专利发生质押，其中几乎半数是 ICT 技术的专利，达到 9.96 万件，持有这些质押专利的企业多为 ICT 领先制造商，如半导体公司 MICRON TECHNOLOGY（6725 件）、Global Foundries（6115 件）、EMC（4796 件）、AVAGO TECHNOLOGIES（4762 件）、NXP（2674 件）等，存储商 WESTERN DIGITAL TECHNOLOGIES（2619 件）等，终端设备商 DELL（2673 件）等，这些芯片商利用专利充分保护技术的同时对外积极授权许可和融资质押，实现了创新价值落地。

三、ICT 产业重点创新要素发展趋势

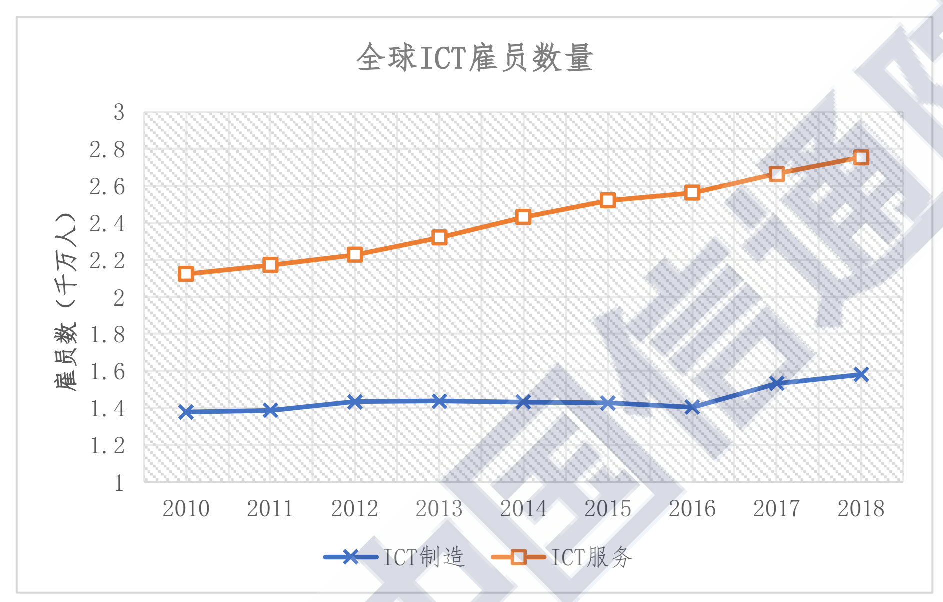
（一）创新投入

1.创新人才

（1）ICT 产业人才趋于需求高端化和流向集中化

ICT 产业蓬勃的创新发展带动全球 ICT 就业人数逐年增加。在 ICT 产业中，数字技术的蓬勃发展以及与多产业的交叉融合导致人才需求越来越高，创造了大量的就业机会。2010 年至 2018 年全球 ICT 雇员数增加 834 万人，2018 年达到 4366 万人。其中，ICT 制造业雇

员数稳中有升，全球雇员数复合年均增长率 2%，ICT 服务雇员数增长速度则明显高于 ICT 制造业，复合年均增长率达到 3%，一定程度上反映出 ICT 服务业正在不断扩大产业规模，人才需求旺盛，产业创新发展较快。



来源：欧洲委员会联合研究中心数据

图 11 ICT 细分产业的全球雇员数量

（2）前沿新兴领域的高端人才缺口大

尽管 ICT 从业人数不断增加，但对于前沿技术驱动的数字经济时代，ICT 行业的创新发展需要高层次、复合型、国际化且具备良好教育背景和专业技术技能的人才。2010 年至 2018 年，美国 ICT 制造业和服务业的研发人员（全时当量）年复合增长率为 4%，中国大陆的 ICT 制造业研发人员年复合增长率为 3%，服务业为 13%[5]。目前 ICT 领域高端人才供不应求，人才缺口不断扩大。例如，2014 年至 2018

[5] 欧洲委员会联合研究中心数据

年期间，区块链开发是招聘网站领英增长需求最旺盛的岗位，招聘职位增长了 33 倍[6]。在求职门户网站 really 上，64%的计算机职位发布时间 2 个月后仍然空缺[7]。《中国集成电路产业人才白皮书 2017-2018》显示，到 2020 年我国集成电路行业人才需求规模 72 万人，现有人才存量 40 万，人才缺口 32 万，而中国大陆科技统计年鉴（2019）显示，2017 年中国大陆理工科研究生毕业人数仅 25.1 万，2018 年 26.3 万，而且每年毕业生人数增长不超过 5%。而且由于芯片工作薪资待遇低于互联网行业，投入周期长且前景不明确等因素，导致 985/211 学校集成电路相关学科的高校毕业生留本行业意愿较低。

高端领域人才流动性强。这一特点在前沿的人工智能领域尤为明显。人工智能人才在全球范围内流动性很强[8]，Element AI 公司调查的 2.2 万样本中，大约 1/3 的人工智能人才不会留在攻读博士学位的国家工作。人才的不断流动导致人才抢夺战越来越激烈，人工智能、大数据、云计算等领域招聘薪资大幅增长。

高端领域人才流向趋于集中。目前 ICT 产业的前沿创新技术相关资源多集中在大中城市。且因就业机会多、风险投资网络完善发达、科技创新活跃等因素引发高端领域人才不断汇聚。例如欧洲的人工智能产业密集分布在英国、丹麦、爱尔兰、芬兰、卢森堡和瑞典。美国拥有全球最多的初创公司，其中 82%集中在加利福尼亚、纽约和马萨

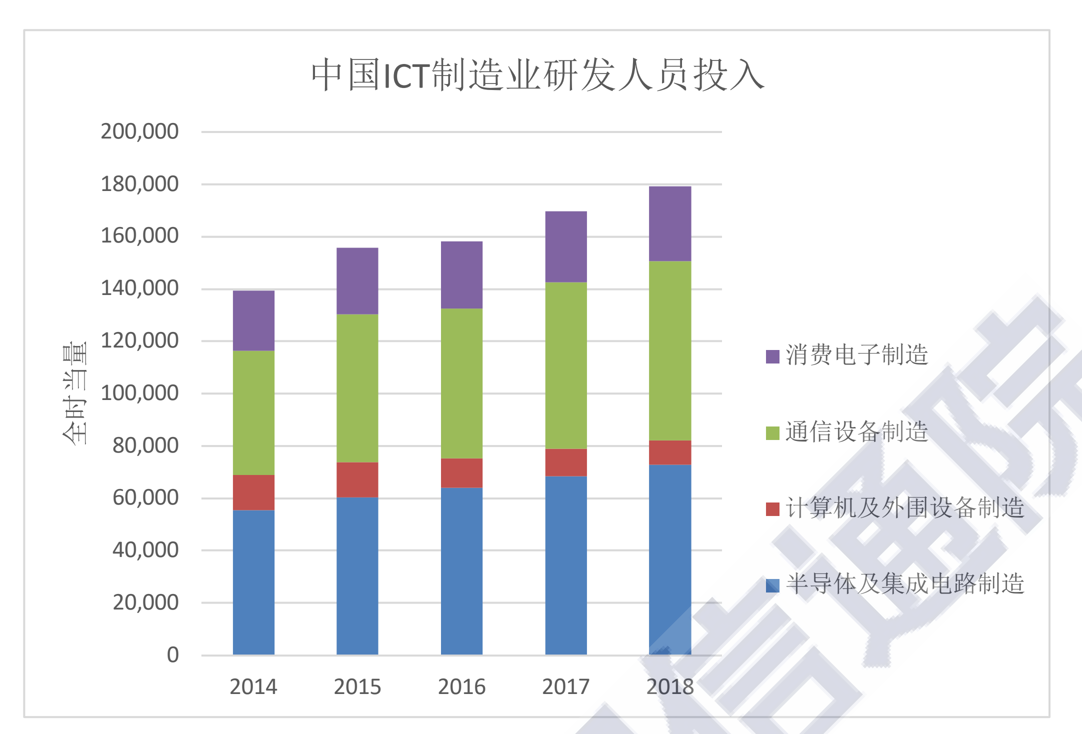
[6] 数据来源：LinkedIn 2018 Emerging Jobs in the US Report
[7] 《Source: J.F. Gagné - Global AI Talent Report 2018》
[8] 《Global AI Talent Report 2019》，Element AI，2020-04-02

诸塞三个州。中国大陆初创企业 82%总部设立在北上广深[9]。截止 2019 年全球 5386 家人工智能企业集中在美国、中国大陆、英国等以上创新活跃国家。高端人才的集中效应从正面看，能够加速创新成果产出速度，提升创新效率，但是，过度集中也将导致人员流动、知识传播、技术扩散、创新资源配置能力等随地理距离力度减弱，从而成为欠发达地区 ICT 产业创新发展的制约因素。

（3）中国大陆 ICT 细分领域研发人员数量增多

根据欧洲委员会联合研究中心数据显示，中国大陆 ICT 制造业研发人员数量逐年增多，2018 年达到 55 万（全时当量），同比增长 21%，企业 R&D 研究人员占比重（%）从 2017 年的 6.89%增长至 2018 年的 8.07%。其中，通信设备制造和消费电子制造研发人员数量 2018 年同比增长 8%和 5%。半导体及集成电路制造研发人员数量同比增长 6%。

[9] 《SCIENCE, RESEARCH AND INNOVATION PERFORMANCE OF THE EU 2020》

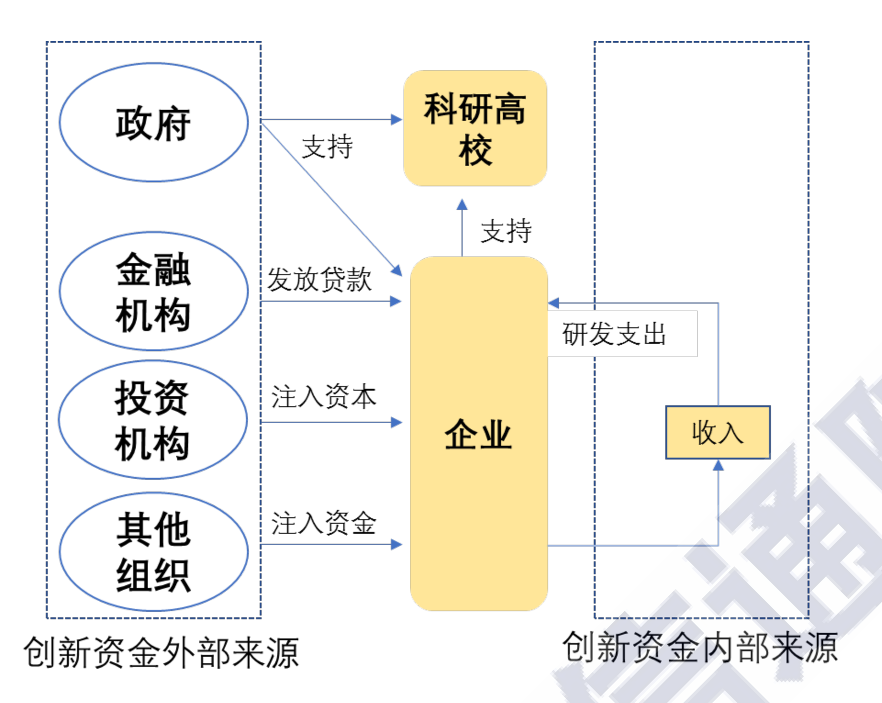


数据来源：欧洲委员会联合研究中心 The Joint Research Centre

图 12 中国大陆 ICT 制造业研发人员投入

2.创新资本

ICT 产业创新离不开强大的研发投入和资本投入这一创新投入要素支持。这两大要素趋于预算扩大化、投资增长化。对科研高校来说，创新经费多来自于政府拨款，用于从事基础学科研究、应用开发研究、试验开发研究，开展前沿技术探索，并且越来越多出现与行业内领先企业开展合作和获取资金支持赞助的情况。对于企业来说，外部获得创新研发资金渠道主要来自金融机构发放的贷款、投资机构注入的资本，少量来自政府或第三方非营利组织等，企业在创新过程中，很大一部分研发投入资金是来自内部，即将部分收入再投入到研发中。



数据来源：中国信通院

图 13 不同创新主体获取创新资金的来源

（1）多国和多地区为 ICT 产业研发投入不断加大预算

OECD 的数据显示[10]，2019 年在 ICT 领域，日韩为 ICT 拨付的研发预算显著提升，同比增长 40%左右。欧洲国家，如德国、澳大利亚、荷兰、捷克等也大幅提升预算，同比增长超过 10%。政府预算的不断提高，反映出政府数字化转型的决心不断提高，以丰厚的资金保障推动 ICT 技术在实际应用中的落地。而这些研发预算更多的聚焦尖端领域的研究突破。美国特朗普总统在 2021 财年联邦研发支出预算提议中，要求大幅增加人工智能和量子信息科学的研发支出，总支出增加 6%，达 1422 亿美元。韩国科学技术信息通信部 2020 年国家研究开发事业投资规模 24.1 万亿韩元，部门预算 16.2147 万亿韩元，计划通

[10] https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GBARD_NABS2007

过“数据-网络-人工智能”的尖端化来加速数据经济的转换，进一步提升 5G 和人工智能领域的国家竞争力。



数据来源：OECD

图 14 多个经济体为 ICT 领域拨付的预算

（2）ICT 产业因良好前景加强投融资信心而持续吸引投资

就研发资本要素的外部获取渠道看，ICT 产业驱动数字化转型需要不断开展前沿研究、建立研发实验室和创新中心，由此不断吸引公共和私有投资，资本对创新规模扩大起到明显作用。联合国的《世界投资报告 2020》报告调查指出，印度 231 个经济特区中有 60%从事 ICT 产业。2018 年在发达国家，75%投资机构认为 ICT 产业是吸引外国投资最有前景的产业，在中等收入国家和新兴经济体国家，40%受访者认为 ICT 是继农业、饮食之后最有投资前景的产业。2018 年因

政策不确定性、经济放缓等因素，南美洲外国直接投资下降 6%，但 ICT 领域的投资却翻倍达到 35 亿美元，墨西哥 ICT 投资增长 96%达到 12 亿美元，哥斯达黎加 2018 年因大规模抗议活动和经济活动缓慢导致外国直接投资流入减少 22%，但 ICT 行业翻倍达到 3.47 亿美元。且人工智能等领先技术因促进创新和生产力的潜力不断吸引资本释放，OECD 数据显示，2018 年上半年人工智能初创公司吸引了全球 12%左右的私人股本投资，比 2011 年的 3%大幅增长。中国大陆的私人投资比例在人工智能领域也迅速提高，从 2015 年的 3%上升至 2017 年全球所有人工智能私募股权投资的 36%。

（3）中国大陆在 ICT 制造业的研发财力投入逐年增加

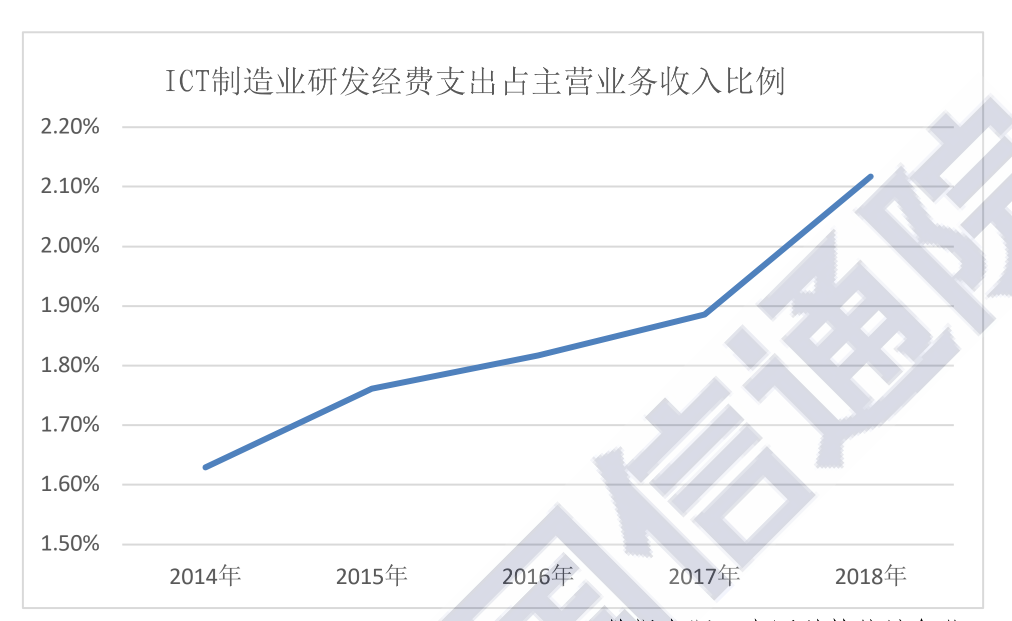
就我国在 ICT 制造业的研发财力投入看，绝对值逐年增加，2018 年同比增长 14%。



数据来源：中国科技统计年鉴 2019

图 15 ICT 制造业研发经费支出

从中国 ICT 制造业的研发经费支出占主营业务收入比重看，从2014 年的 1.63%稳步提升至 2018 年的 2.12%。



数据来源：中国科技统计年鉴 2019

图 16 ICT 制造业研发经费支出占主营业务收入比例

（二）创新产出

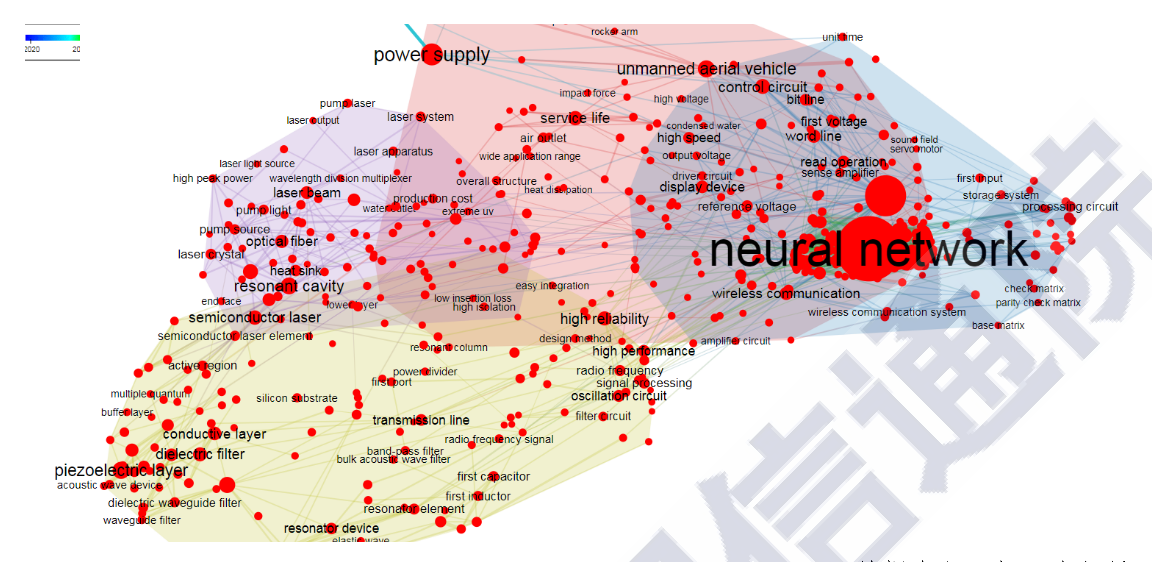
1.热点领先技术

从 ICT 产业的创新产出看，不断更迭的技术也是非常重要的产出要素。从技术领先性看，5G、人工智能、区块链等技术赋能其他产业数字化转型，带来经济增长新动能；从技术重要性看，产业链上游正成为竞争制高点，基带射频、半导体、激光通信等成为核心基础技术。

（1）ICT 制造热点技术聚焦人工智能、基带射频、半导体和激光通信领域

对 2020 年 1 至 9 月申请的全球 ICT 制造业专利进行技术创新方

向分析，可见热点方向主要聚焦在人工智能、基带射频系统、半导体芯片制造、激光通信系统等领域。



数据来源：知识产权局

图 17 ICT 制造业的 2020 年专利申请创新技术方向

在人工智能领域，热点技术和设备包括神经网络的模型、递归神经网络、卷积神经网络、联邦学习、超级网络、训练、测试方法、精度辨识、数据结构、学习方法、量子处理器、数字处理器，在性能方面更加强调高精度、大数据、低功耗、小体积。

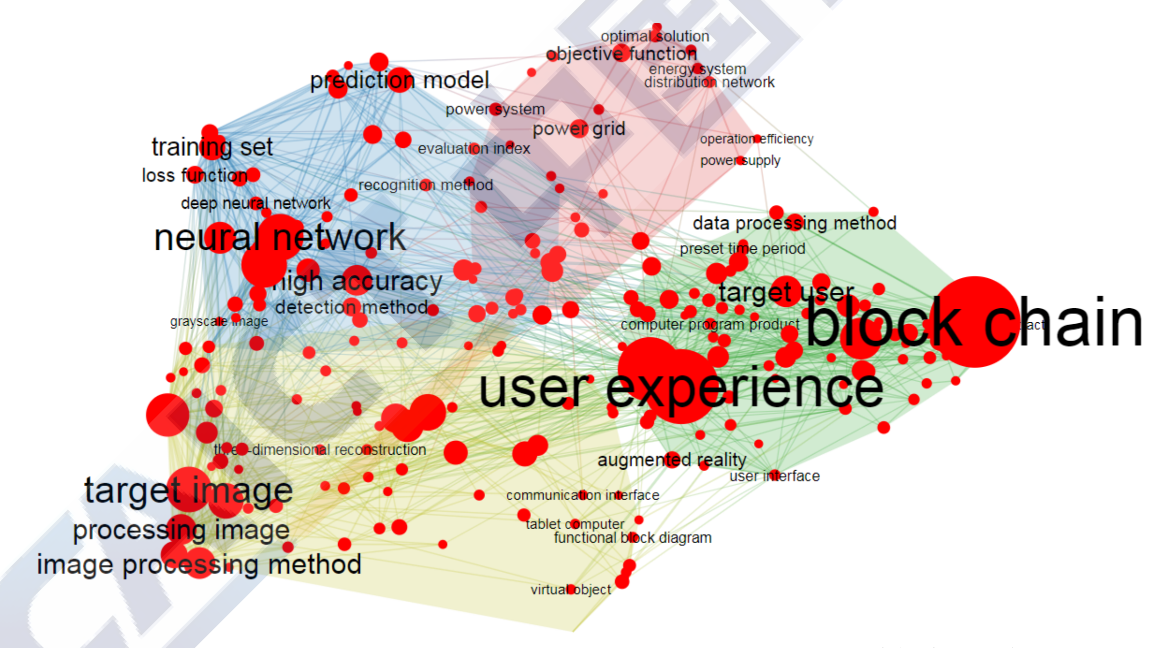
在半导体芯片制造领域，热点技术和设备包括半导体激光元件、介电滤波器、压电层、声波装置、多量子(multiple quantum)、压电基板、导电层、热膨胀。

在基带射频系统领域，热点技术和设备包括谐振器、振荡电路、弹性波谐振器并联谐振器、串联谐振器、振动元件、电容器、感应器、带通滤波器、低通滤波器、体声波滤波器、电介质材料、量子计算机，在性能上更强调降低尺寸、低损耗、高性能、低成本、易集成。

在激光系统领域，热点的技术和设备与 6G 技术发展息息相关。例如包括太赫兹激光、泵浦灯、激光腔、可调激光、泵源、激光振荡器、激光晶体、固态激光器、极化态、散热器、谐振腔、分束器，在性能上更强调光束质量、高峰值功率、低成本、结构紧凑、小体积。

（2）ICT 服务热点技术聚焦人工智能、用户行为、区块链、图像处理领域

对 2020 年 1 至 9 月申请的全球 ICT 服务业专利进行技术创新方向分析，可见热点方向主要聚焦在人工智能、用户行为、区块链、图像处理等领域。



数据来源：知识产权局

图 18 ICT 服务业的 2020 年专利申请创新技术方向

在 ICT 服务业的人工智能领域，热点的技术包括深度神经网络、机器学习、训练模型、特征提取、训练集、评价指标、损失函数，在性能方面更强调计算效率、大数据、预测精度。并且基于人工智能还

广泛进行用户行为分析,包括用户行为画像、语音识别、结果比对等。

在区块链领域，热点的技术多趋于解决实时性、构建管理系统，以及还涉及到智能合约、虚拟现实、支付系统、哈希计算、公钥等。涉及设备包括云平台、云服务器、客户端等，可见区块链也趋于上云发展。

在图像处理领域，热点的技术与人工智能技术存在交叉，基于人工智能的特征提取、检测等技术，多在以医学图像、人脸图像为代表的范畴内进行机器视觉、图像重建、像素提取、目标检测、人脸识别;

此外,在能源电网领域,基于区块链的能源互联网开始蓬勃发展,人工智能深入渗透到电动车、能源调度优化、能源评估方面。

（3）芯片产业依托联合协作模式开拓创新之路

随产业转移、建厂推动、全球落后制程淘汰和产线升级，全球芯片市场将不断增长。芯片技术趋势一直朝向微型化、高速化、低功耗发展。但目前摩尔定律导致技术逼近极限，面临延续摩尔定律亦或超越的新局面。随工艺节点推进，具备领先制造实力的公司所剩寥寥无几。

对此，新技术不断突破。互补场效应晶体管、垂直纳米线晶体管等新架构晶体管技术快速崛起，碳基纳米材料、二维半导体材料陆续出现，相变存储器、碳纳米管存储器等新型存储芯片技术不断涌现，量子计算、深度神经网络、光电集成等新架构芯片技术竞先亮相。

由于芯片技术的特点是以基础科学为先导，产业富含隐形知识，投资回报周期长，行业资本准入门槛极高，市场需求规模庞大且受政府战略支撑，多种技术集成度极高，寡头企业引领，竞争合作并重。因此芯片产业在需要高昂的创新投入背景下，政府引领下进行联合创新的模式非常重要、例如，日韩通过扶持寡头企业、竞争合作获得全球市场竞争优势地位。以产业政策协调大企业合并、收购，缔造联合体进行合资生产、合资研发，联合技术攻关，从而取得重大进展。

芯片企业自身也有必要通过联合共赢模式进行创新。例如，对芯片生产制造至关重要的光刻机被阿斯麦尔(ASML)、佳能和尼康三家供应商包揽。最先进的极紫外光源（EUV）光刻机只有 ASML 能生产，且 ASML 在中低端设备也占据较大份额。ASML 的创新经验也与其开放式合作创新模式息息相关。其与供应商、客户、研究机构、学院等建立开放研究网络，合理共享技术与成果，加快创新速度。英特尔、三星、台积电、海力士均是其股东，每年共同研发为 ASML 分担巨额经费并获得优先供货权。EUV 光刻机中，获美、日、中国台湾和韩国巨头公司支持集成有 8000 个零部件，ASML 持有 10%核心技术。ASML 通过一系列战略并购与入股，快速获得上游核心电子束、光源、镜头技术及专利，既可以快速弥补自身技术需求，又可以提高行业进入壁垒，保持垄断地位。

（4）人工智能以开源方式促进创新

就人工智能技术发展趋势看，经历高速发展，算法，算力和数据三要素从模型训练的高精度转向模型推理的高效能，实际场景依托数据量级正不断扩大，已落地初见成效。并且开源工具的广泛普及不断降低进入门槛，开源软件基础上的新解决方案促使人工智能创新加速推进和广泛普及。谷歌创建的机器学习库 TensorFlow 从 2015 年免费开放后用户流量显著增加。谷歌还向开发者提供了 GitHub 上的 DeepMind 实验室培训环境 codebase。此外，亚马逊也开源了机器学习工具 AML、微软在 GitHub 开源了机器学习工作室 Azure、深度学习工具包 CNTK 和图像处理工具 Caffe、Facebook 推出机器学习框架 PyTorch。

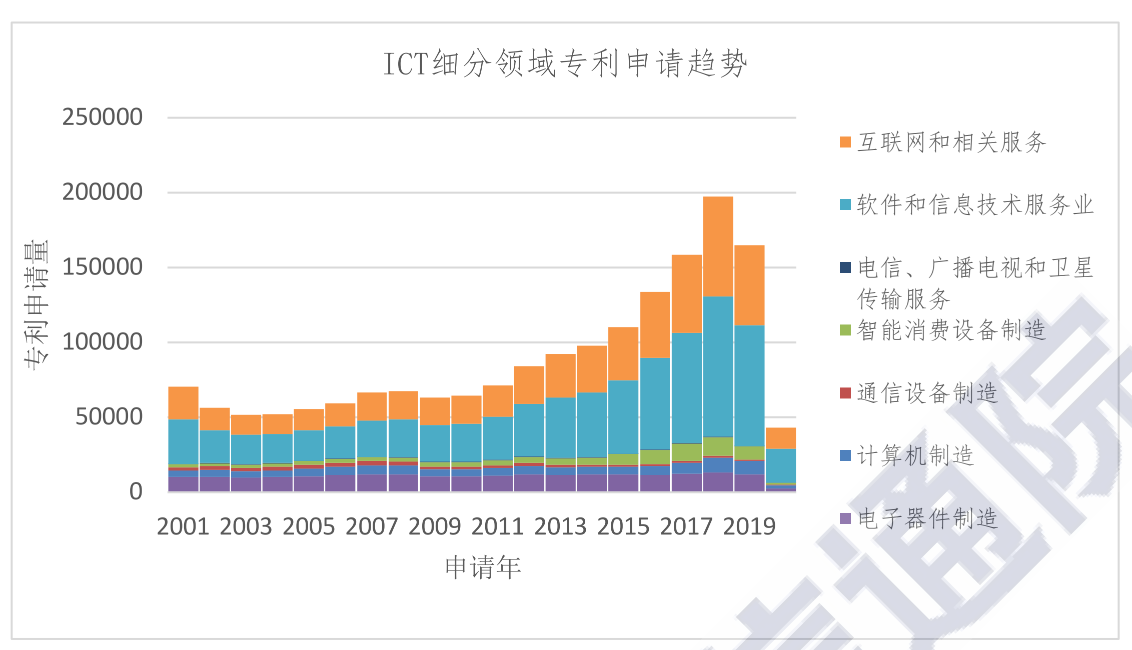
相对其他技术来说，围绕人工智能建立技术信任和社会接受的工作至关重要，例如，开放源代码和开放数据虽然促进创新，但也引发隐私泄露和网络安全隐患，且人工智能的法律问题、伦理道德问题、种族性别歧视问题尤为突出。对此，多国纷纷出台相关监管规定，以框架和原则对人工智能的技术治理、数据隐私进行规范。例如，欧盟推出通用数据保护条例（GDPR），2020 年，联合国教科文组织正着手起草《关于人工智能伦理的建议书》，美国情报机构发布了《针对情报界的人工智能伦理原则》、《针对情报界的人工智能伦理框架》、美国防部总监察长办公室发布《国防部人工智能数据与技术的治理及保护审计》报告。纽约、旧金山、马萨诸塞州萨默维尔市等多地立法机构禁止在公共场合使用人脸识别和其他生物特征识别技术。

2.发明创造和标准

（1）软件和互联网服务类专利布局相对制造业更活跃

在 ICT 领域，不断突破的科技创新解决更多的问题，激发更多的创新思想，衍生更多的创新价值，带来全球创新规模的日益增长。通过 ICT 细分领域的全球专利可以间接反映出这种现象。近 20 年来，全球 ICT 专利申请数量持续攀升，总量达到 121 万件同族。并且软件和信息技术服务业专利、互联网和相关服务专利在全球 ICT 专利中占据较大份额。

全球 ICT 专利申请趋势呈现一个很明显的特点是，于 2008 年之后的几年因全球经济危机出现短暂回落，从 2012 年开始年增长量进入加速状态，这得益于智能消费设备的广泛普及，移动互联网进入蓬勃发展期，由此带动智能消费设备制造类专利数量的快速扩张，以及软件和互联网类专利数量的持续攀升。可预见的是，在今后一段时间内，ICT 的软件和互联网领域创新仍保持活跃状态，专利量仍将持续较快增长并在 ICT 领域占较大份额。

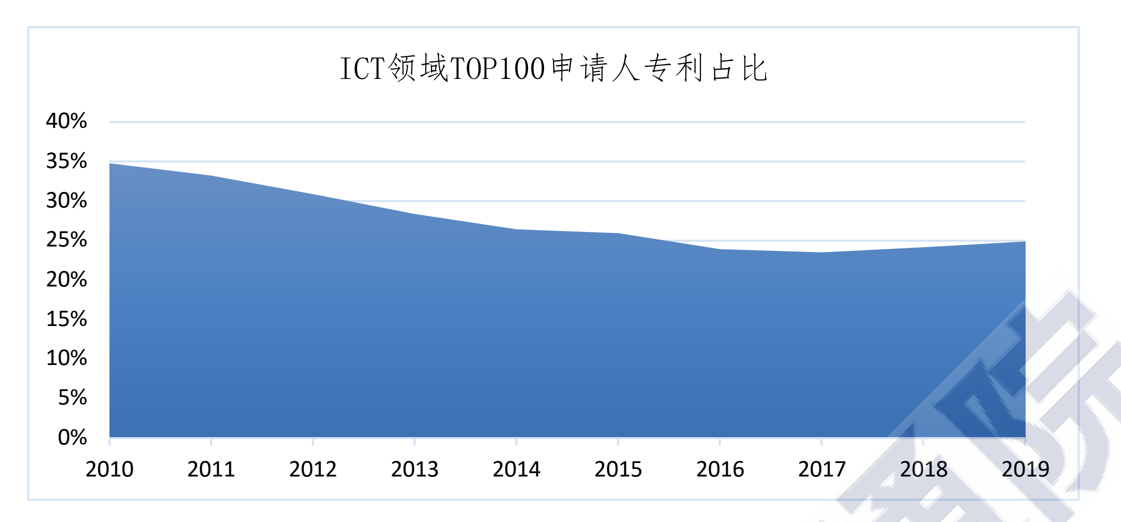


数据来源：知识产权局

图 19 ICT 细分领域专利申请趋势

相对软件和互联网领域，通信设备制造领域的专利申请呈现萎缩趋势，年申请量从 20 年前的 2000 余件缩至 1000 余件，这可能由于该领域的创新主体数量逐渐减少，市场相对稳定集中无需过度布局专利保护市场所致。电信、广播电视和卫星传输服务和电子元器件制造领域的专利申请量历年数量稳定，且电信、广播电视和卫星传输服务领域的专利数量最少，此领域的创新动力明显落后其他领域。

（2）ICT 领域的创新主体来源日趋多元化



数据来源：知识产权局

图 20 ICT 领域 TOP100 申请人专利占比

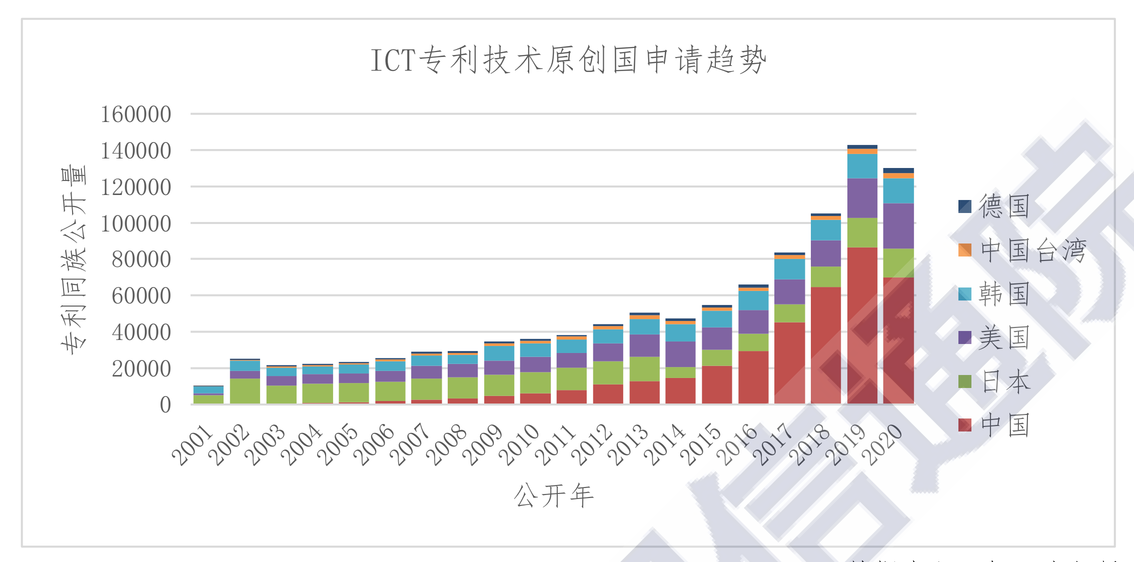
十年前，ICT 领域专利中，35%的专利申请源自 TOP 100 的机构。随时间发展，此比例已经降至 25%。越来越多的公司开始注重 ICT 领域的知识产权保护，积极布局专利扩大无形资产数量，并且开始布局 ICT 领域专利的科研院所数量也逐年增多，ICT 领域的创新主体来源日趋多元化，领导者地位被颠覆的风险加大。身处其中的创新者，有必要时刻保持创新活力，紧跟创新步伐，固守熟悉领域的同时迈出跨界融合创新的步伐，探索实现更多的想法。

并且随着创新要素的投入和产出要求越来越高，集团协作的形式更利于 ICT 领域的创新，个人发明家以一己之力实现创新的难度趋大，导致近些年来，个人名义的 ICT 专利数量逐年下降。

（3）中国大陆的全球 ICT 专利占比高且海外布局日趋增多

近 20 年来，中国大陆在 ICT 领域创新不断突破，专利申请趋势逐年迅猛增长，专利总量全球占比不断提高，从 2001 年开始，截止

2020 年 8 月底，中国大陆全球 ICT 专利总量达到 40 万件，占全球三分之一的比重，其次美国、日本和韩国各自占比在 20%-10%以内。



数据来源：知识产权局

图 21 全球 ICT 专利技术原创国申请趋势

中国大陆近年的专利申请已不再单纯追求数量，愈发注重专利质量，影响力不断增加，海外布局有所突破。从 2001 年开始截止 2019 年，在 ICT 领域，中国大陆原创并申请海外 PCT 的总量 8000 余件同族。

在 ICT 服务领域，相对制造领域的 PCT 专利同族数量更多，逐年布局数量增长显著，一定程度上反映出，我国互联网和软件类厂商在海外市场拓展积极性更高。

领域	技术领域	2001————————————————2019 中国原创并申请的PCT专利量 低 → 高
ICT服务	汇总	63件（2001年）—4287件（2019年）
	信息系统集成和物联网技术服	
	互联网安全服务	
	互联网平台	
	软件开发	
	互联网数据服务	
	其他互联网服务	
	信息处理和存储支持服务	
	数字内容服务	
ICT制造	汇总	11件（2001年）——549件（2019年）
	电子器件制造	
	智能消费设备制造	
	计算机制造	
	通信设备制造	
	广播电视设备制造	
	电子元件及电子专用材料制造	
	互联网信息服务	

数据来源：知识产权局

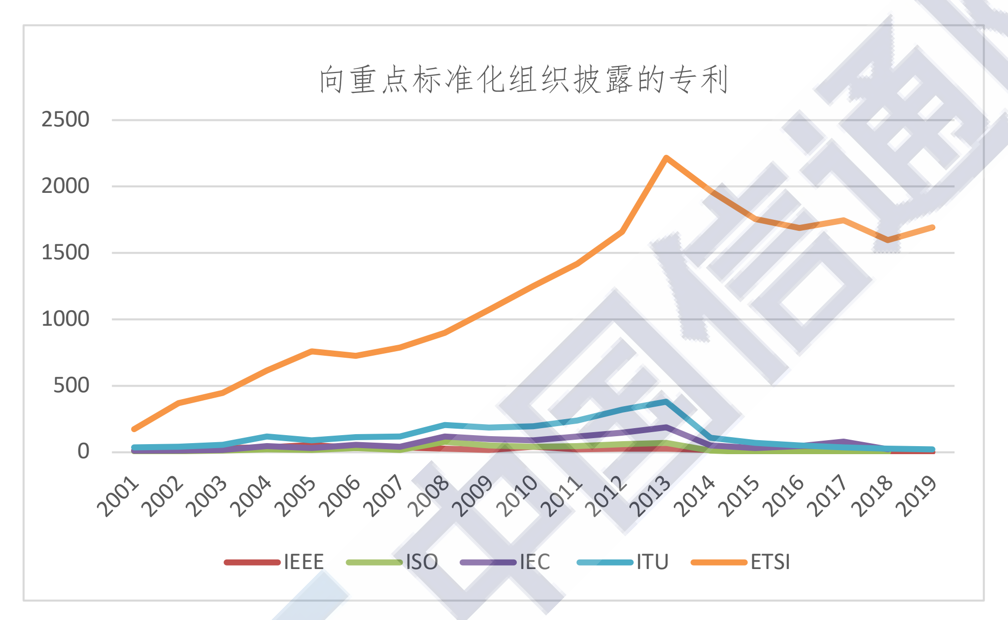
图 22 中国大陆国籍申请人的 PCT 专利申请趋势

在 ICT 制造领域，电子器件制造领域的海外 PCT 布局开始时间较早，而智能消费设备制造、计算机制造、通信设备制造、电子元件及电子专用材料制造领域近些年才开始进入 PCT 火热布局状态，广播电视设备制造领域则早些年 PCT 布局较热，近些年有所下降。

（4）标准中预埋专利的运作模式越来越普遍

ICT 领域“产业未动，标准先行”的特点鲜明。企业越来越注重积极参与到标准化组织的开发和推进工作中。且企业趋于在标准立项之前埋伏专利，向标准化组织披露声明专利。涉及标准化组织既包括 ITU、ISO、EC 等国际性机构，也包括 ETSI 等区域性标准化机构，

此外，WIFI 联盟、蓝牙联盟等论坛组织由于其专注、灵活、快速、高效的特点，也吸引了众多一线企业加入，加速了标准的研制和应用。根据智慧芽数据库收纳的披露专利数据统计，近 20 年共计 2.6 万余件 ICT 专利向标准化组织披露。其中大量是移动通信类专利，多向 ETSI 披露，其次少量来源于 ITU、IEC、ISO 和 IEEE。



数据来源：标准化组织，智慧芽整理

图 23 ICT 领域向标准化组织披露的专利申请趋势

就披露专利主体的来源看，主要包括高通、LG、三星、华为、诺基亚、爱立信、INTERDIGITAL、苹果等。中国大陆的相关主体正在努力积极参与到标准化组织中，披露专利数量逐年增多，话语权有所提升。

就趋势看，ICT 标准化组织架构趋于灵活扁平化，工作日益碎片化，随着新产业、新业态、新模式的涌现，一些领域的标准逐渐出现开源化新形式。由此也导致标准参与者需要关注和参与更多的标准化组织和开源社区，向不同的标准组织披露专利。中国企业在国际化标

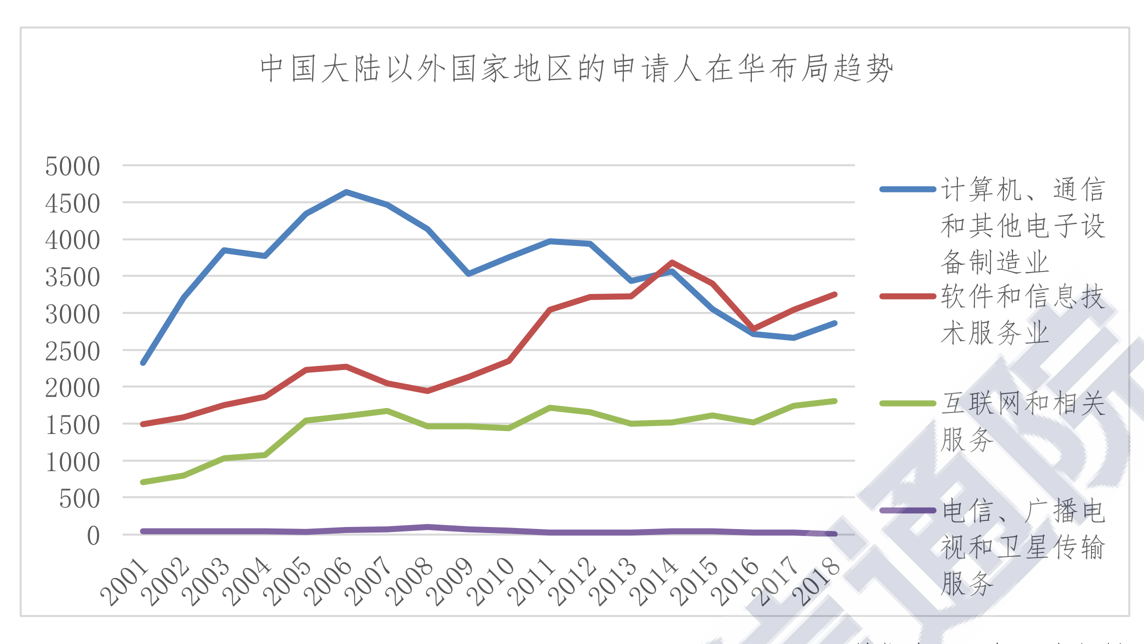
准活动中，参与企业数量和批露专利数量均落后美日韩，大多活跃在 ETSI 而在其他标准化组织中参与程度较低，有必要扩大标准和开源组织的参与范围。

（三）创新影响

1.贸易活动

（1）复杂国际关系背景下跨国外企在华创新仍积极

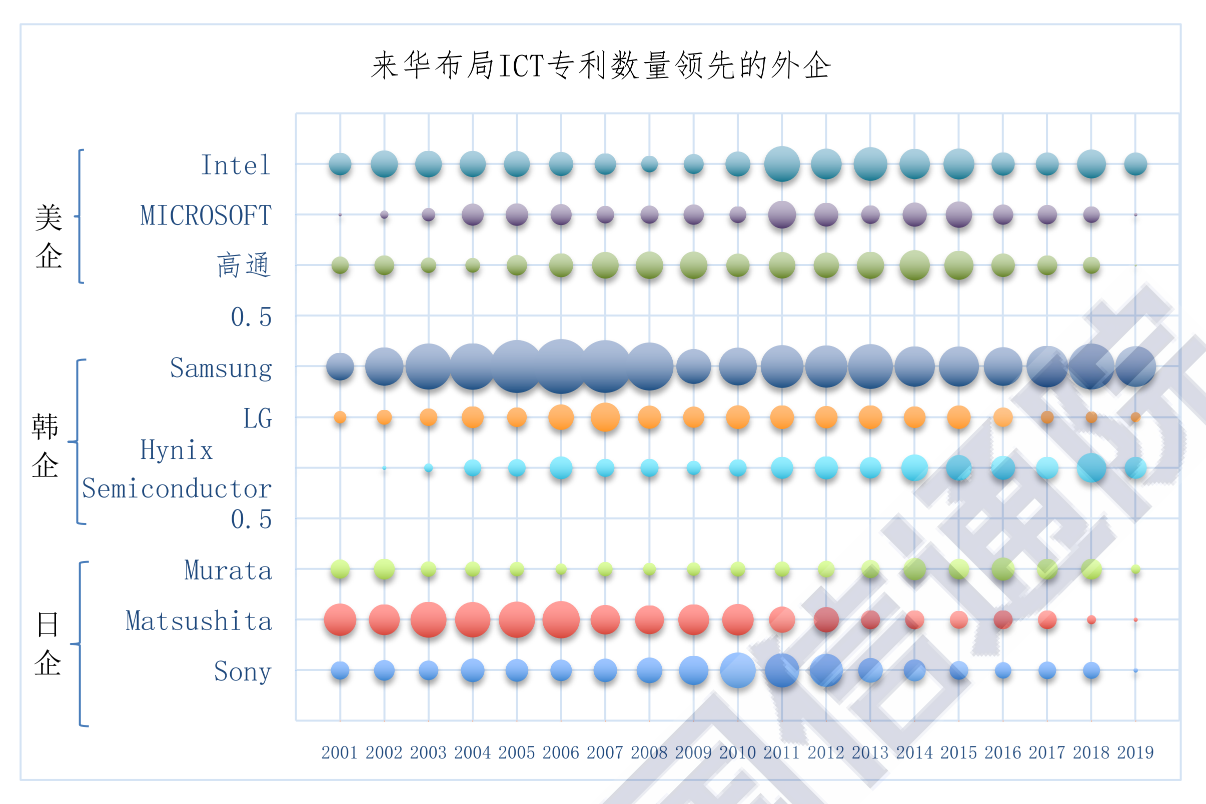
就创新与贸易的关系来说，科技进步创新的产出成果能进一步释放贸易的潜能。中国大陆的 ICT 产业创新活跃，市场蓬勃发展，吸引了广大海外企业的关注，纷纷来华发展并予以知识产权保护。在中国大陆布局的 ICT 专利中，来自中国大陆以外国家和地区的申请人注重中国大陆软件和信息技术服务、互联网服务市场的知识产权保护，中国大陆专利申请逐年增加。另一方面，由于中国大陆自身 ICT 强大的制造能力，外来申请人在华布局的计算机、通信和其他电子设备制造业专利申请趋势下降。而电信、广播、电视和卫星传输服务由于服务特点受地域限制明显，外来申请人在华布局多年持续较少。



数据来源：知识产权局

图 24 中国大陆以外国家/地区的申请人在华布局趋势

从在华布局 ICT 领域专利的重点外国申请人看，日韩企业由于地缘临近，市场易于拓展等缘故，以三星为代表的韩国企业、以 Murata 为代表的日本企业在华专利申请数量较多，且近年增多。美企则以英特尔、微软、高通在华布局数量较多。但近些年由于国际关系影响、反垄断制约等因素导致他们布局数量呈现下降趋势。但也有一部分原因是专利公开滞后 18 个月所致。



数据来源：知识产权局

图 25 来华布局 ICT 专利数量领先的外企

（2）疫情和国际关系等多重因素影响国际贸易活动

由于 2018 年中国和美国这两大 ICT 重要创新国家间发生国际关系摩擦，导致双方的贸易活动乃至多国之间的贸易活动受到影响，从而导致 ICT 产品进出口情况发生变动。

以美国进出口贸易为例，WorldCity 公司的统计数据显示[11]，2020 年 1 至 7 月，美国与 233 个国家进行贸易，贸易总额排名靠前的五个国家分别是墨西哥、加拿大、中国大陆、日本和德国。其中，中国大陆对美贸易伙伴地位从 2018 年的第一降至 2019 年的第三，并且 2020 年仍处于第三大贸易伙伴位置。墨西哥、越南等国在摩擦中间接受益，

[11] https://www.ustradenumbers.com/country/china/

墨西哥贸易地位从 2018 年的第三升至 2020 年的第一，越南在 2018 年贸易排名第 18，2019 年升至第 14 名，2020 年进一步升至第 10 名。美国 2020 年 1-7 月从越南进口感光半导体部件增长 112.09%，达到 14.2 亿美元。但从贸易体量看，越南、印度等国与美国的贸易仍数额较小。

受 2019 年底新冠疫情以及企业囤货影响，美国与贸易伙伴间的 ICT 进口活动普遍下跌，但美国对贸易伙伴的 ICT 出口则普遍增长。例如美国对中国大陆的 ICT 进口中，计算机同期下降 1.75%，降至 258.6 亿美元、手机降 11.92%，至 252.4 亿美元，电视电脑显示器降 42.81%，至 42.1 亿。美国对中国大陆的 ICT 出口中，计算机芯片同期增长 24.71%，达到 58.2 亿美元、用于半导体制造的机械零件同期增长 28.84%，达到 26.3 亿美元。

表 1 2020 年美国进出口贸易重点伙伴

2020 年 1-7 月（亿美元）		墨西哥	加拿大	中国	日本	德国	印度	越南
贸易总额排名		1	2	3	4	5	12	10
美国贸易总额		2906.3	2884.3	2803.9	1034.5	957.7	417.2	464.3
同期变动	总贸易额	降 19.52%	降 19.09%	降 12.73%	降 19.94%	降 11.71%	降 24.57%	升 10.76%
	出口	降 22.4%	降 18.34%	降 3.63%	降 12.39%	降 6.74%	降 28.3%	降 1.46%
	进口	降 17.44%	降 19.78%	降 14.85%	降 23.76%	降 14.06%	降 22.31%	升 12.77%

数据来源：WorldCity

2.国家治理

（1）多国谋求吸引和挽留投资及优化营商环境

ICT 领域的创新投入要素和产出要素日益多元化，要素的配置条

件不仅提高，而且合理配置要素的难度正在加大。技术发展的复杂性和商业模式的新颖性往往限制了企业的创新能力，从而阻碍了它们的竞争力，以“赢家通吃”为特征的数字经济对产业创新动力也造成阻碍。合理的要素配置不仅仅是不计成本的追加投入和简单堆砌，还需要在政府主导下完善创新环境，统筹组织和安排协调，促进要素间流动，避免要素间的失衡和不协调，优化创新基础设施，优化政策法规加强知识产权保护，吸引投资提高生产率，引领标准促进创新成果传播、促进科学与产业互动转化、加强人才流动和培训教育助力创新扩散，从而实现产业的升级，缩小与发达国家的创新差距。

金融服务公司 TMF Group 的 2019 年《全球商业复杂性指数》报告显示，多个经济体正在竞相吸引跨国投资。较小经济体正在不遗余力地吸引潜在投资者，大型经济体正在努力防止投资者流失。从全球范围来看，各经济体都朝向提高全球声誉、与严谨的国际标准接轨、创建或加入贸易共同体、提高透明度和开放性、简化营商环境发展。

（2）中国大陆创新环境持续优化有效激发释放创新活力

中国政府主导下，为推进 ICT 产业的创新密集出台多项政策文件，并在企业和资本市场配合下，创新能力不断提升。2020 年世界知识产权组织公布数据显示，中国在 131 个经济体中确立了创新领先者地位，综合创新投入和产出的创新总指数排名第 14，是前 30 名中唯一的中等收入经济体。这取决于中国集中精力实施科学技术和创新战

略，并持续推进。

中国已形成梯次联动的区域创新布局，创新环境不断优化，企业创新能力持续提升。2015 至 2018 年，战略性新兴产业规模以上工业增加值年均增速 10.1%，高于同期规模以上全国整体工业增加值 3.8 个百分点。数字经济、工业互联网、人工智能等关键技术取得重大突破，新一代移动通信达到世界领先水平，新模式和新业态不断涌现，创业跨境融合发展趋势明显，形成有特色，优势明显的产业集群。例如在 ICT 制造业发达先进的珠三角地区，截止 2020 年 8 月 17 日深圳建成超 4.6 万个 5G 基站，密度全球第一，成为推动科技创新的样板。浓厚的创新氛围中，华为成为全球最大的通信设备制造商、腾讯成为全球最大的互联网厂商之一。世界银行报告指出中国大陆营商环境在 2020 年升至 31 位，同比提升 15 位，已连续两年被评选为全球营商环境改善幅度最大的 10 个经济体之一。

中国在创新激励方向上，近年侧重出台创新技术、创新环境和创新载体方面的国家和地方的政策、规划、战略、纲要和项目等。由此使得核心基础技术重要性不断提高，促进部分关键核心技术逐步实现安全、自主、可控；创新环境日益优化，例如外商投资准入门槛不断降低，六年来 5 次修订使得限制措施从 190 条缩减至全国版的 40 条和自贸区版的 37 条。新基建促使数字经济基础设施建设得到进一步优化完善；创新载体得到有效激励和长足发展，高水平科技创新载体和平台不断涌现，例如北京中关村科技园、上海张江高科技园、中新

广州知识城，都打造出了颇具特色的创新平台模式。量子信息科学研究院、脑科学与类脑研究中心、人工智能研究院等新型研发机构创新活跃，新的产业园区及产业集群加速形成。

表 2 中国侧重扶持的创新方向

侧重	相关政策	重点举措和目标
创新技术突破	技部发布国家重点研发计划 “制造基础技术与关键部件”等重点专项	加强基础研究和应用研究，强化原始创新，增强源头供给。实现关键核心技术安全、自主、可控。构建基础研究多元化投入机制
	《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》	
	《国家创新驱动发展战略纲要》	
创新环境优化	《关于深化北京市新一轮服务业扩大开放综合试点建设国家服务业扩大开放综合示范区工作方案》	通过金融服务改革、互联网信息服务扩大开放、设立创业投资试点、以科学城推动科技成果转化、打造云应用及开业软件生态等措施
	《关于强化知识产权保护的意见》、《商业秘密保护规定（征求意见稿）》	加强商业秘密保护、制止不正当竞争行为、维护公平竞争市场秩序
	《外商投资准入负面清单》	持续推进投资自由，开放制造业和服务业领域
	《外商投资法》	建立信息报告制度，并全面清理现行有效法规文件，以有效衔接新法，更大程度便利企业投资
	中国政治局常委会强调“新型基础设施建设”、《上海市推进新型基础设施建设行动方案（2020-2022 年）》、《深圳经济特区科技创新条例》	用改革创新的方式推动新一轮基础设施建设，放开基建领域的市场准入，扩大投资主体，调整投资领域，加速布局以信息技术为核心的新型基础设施建设
创新载体扶持	《广东科创 12 条》	新型研发机构投资决策自主权加大，功能组织和机制更加灵活，促进技术创新和成果转化，降低行政成本，促进人员、资金、物资、技术、信息创新要素高效便捷流动
	《北京市支持建设世界一流新型研发机构实施办法(试行)》、浙江省出台《关于加快建设新型研发机构的若干意见》、广东省科技厅等 10 部门《关于支持新型研发机构发展的试行办法》	推动科技成果转化，引进共建提质重组，构建全域创新体系，优惠财政税收，促进成果转化
	科技部制定《科技企业孵化器管理办法》	引导我国科技企业孵化器高质量发展，支持科技型中小微企业快速成长

	国务院印发《关于推进国家级经济技术开发区创新提升打造改革开放新高地的意见》	着力构建国家级经济技术开发区开放发展新体制，充分发挥产业优势和制度优势
	《粤港澳大湾区发展规划纲要》	打造高水平科技创新载体和平台，以及促进科技成果转化，新的产业园区及产业集群加速形成

数据来源：互联网

四、疫情影响下的 ICT 产业创新

2019 年底爆发的新冠肺炎疫情对于全球经济产生极大的负面影响。根据牛津经济学院在 2020 年 5 月的预测，受疫情影响，美国 2020 年 GDP 增速由 2%下降为-7%，欧盟由 1%下降为-7.1%，中国大陆 2020 年的 GDP 增幅则由原有预测的 6%下调为 0.8%。

新冠肺炎疫情使中国经济面临严峻的考验，削弱了消费，造成出口大幅下滑。中国为了保持经济的发展动力，新基建成为吸引投资、扩大消费、拉动经济增长的主要力量，重点聚焦于创新和绿色环保，在补短板的同时助力内外双循环顺畅流动。

（一）疫情造成的影响

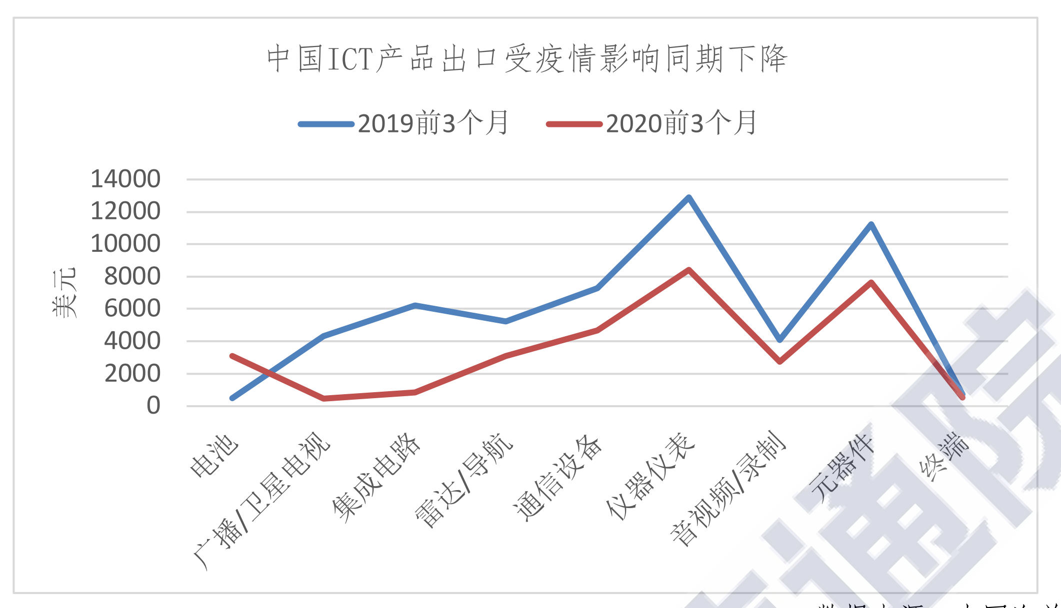
1.疫情导致创新投入要素普遍下滑

疫情对经济造成显著影响已毋庸置疑，在疫情后期多国短期内势必降低 ICT 产业的研发资金投入，缩短投资周期。这将暂时影响 ICT 产业创新的前进步伐，尤其周期性较长的前瞻新兴技术的研发和推进或将显著受到影响。2008 年世界经济危机之后，美国、日本和诸多欧洲国家降低了 ICT 领域的研发资金投入，普遍耗时 1-2 年才逐渐恢复

或超过原有水平。欧盟学术委员会数据显示，美国 2008 年为 ICT 制造投入业务研发经费 305.97 亿欧元，2009 年跌至 298.08 亿欧元，2010 年才攀升到 338.72 亿欧元，日本甚至持续低迷投入未恢复到原有水平，2008 年投入 199.37 亿欧元，此后若干年内在 160 亿欧元附近波动。即便中国大陆相应研发投入未因疫情减少，但因 ICT 产业具有全球协作创新特性，也将不可避免的受到全球创新步伐放缓的影响。

2.疫情造成 ICT 制造和服务创新产出显著低于预期

就疫情给 ICT 领域造成的影响和变化看，全球 ICT 制造业的市场在短期内受疫情冲击影响较大，普遍出现企业停工停产、原材料供应匮乏、订单锐减、出货量同比下降、运输限制导致交货延期等问题。IDC 预测 2020 年上半年全球智能手机出货量将同比下降 10.6%。2020 年一季度，中国大陆 ICT 产品中元器件和广播/卫星电视出口降幅最大，出口金额同比下降 80%以上，其次是集成电路、仪器仪表、音视频/录制、通信设备，出口金额同比下降 40-30%，终端出口金额同比下降 27%。



数据来源：中国海关

图 26 中国大陆 ICT 产品出口受疫情影响程度

在 ICT 服务领域，由于疫情影响，研究公司 Omdia 下调全球移动通信服务市场 2020 年收入估值 4.1%，低于先前预测的 8003 亿美元。尽管多国实行隔离和居家工作的规定，导致移动业务激增但仍难抵消疫情影响，而且 5G 换新服务低于预期。2020 年美洲地区的移动服务收入将下降 3.7%至 2370 亿美元;欧洲移动服务营收将下降 9.1%至 1310 亿美元；中东和非洲地区的移动服务收入将下降 3.9%至 840 亿美元。

疫情也对领先科技的产业化进程造成影响，例如法国 5G 频谱拍卖和 150 万处光纤设施部署推迟，美国联邦通信委员会（FCC）也推迟了 3550-3650MHz 频段的 CBRS 优先访问许可证（PAL）拍卖时间。普华永道（PwC）指出欧洲的 5G 部署将推迟 12 至 18 个月。由此给运营商带来了严重的风险和成本，投资难以回报，并且也间接影响到全球智能终端市场。

据美国企业技术研究公司（ETR）调查，由于新冠病毒疫情影响收入，全球范围内的企业今年计划将技术支出削减最多 4.1%。据普华永道数据，欧洲电信公司因消费者和企业客户的违约和延迟付款，以及用户选择更便宜的订阅套餐，将导致收入下降，投资预计将在未来两年减少 60-90 亿欧元。AT&T 的 2020 年第一季度财报显示，总收入 428 亿美元，同比下降 4.5％，运营支出费用大幅缩减。苹果 iPhone 射频芯片供应商 Qorvo 将第四季度营收预期下调至 7.7 亿美元。

（二）疫情带来的机遇

1.领先技术因疫情迎来全球化应用机遇

随人们工作生活方式线上转移，互联网流量大幅增长，云服务及应用发展加快，线上教育、线上医疗等蓬勃发展。适应疫情下的新模式、新应用不断涌现。2020 年 4 月 TikTok 的英国成年访客量 1290 万，高于 1 月份的 540 万；Twitch 的访问量从 230 万增长到了 420 万，Zoom 从 1 月份的 65.9 万名成年访客增长到 4 月份的 1300 万。

一些领先技术也在疫情期间发挥作用并出现全球化趋势。马来西亚民防部队和日本国际理工学院利用的关键事件管理（CEM）技术制定抗击新冠病毒的标准操作程序以及建立和管理检疫站，为防控起到卓越贡献。韩国的首尔和印度的德里都引入了移动应用程序、温度检测亭和智能公交候车亭，以使公共交通更加安全。在新加坡汽车站和火车站都有配备热传感器的免触摸式售货机。在中国各地，火车、地

铁站以及许多公共和私人建筑都要求扫描二维码登记信息。欧洲，英国、法国等国家的数字钱包和即时 P2P 系统发展迅速；在美国，灵活的数字货币深受青睐，美国 60％的零售店可使用苹果 Pay，中国银联在电子支付系统领域处于垄断地位，支付宝和微信也在逐步向海外扩张。

2.疫情下企业积极互助和合作创新

ICT 产业里，企业也在积极合作以促进创新。韩国运营商 SK Telecom 宣布与德国电信合作以加快欧洲的 5G 部署，合作开发移动边缘计算算法和基于人工智能的服务。脸书宣布将启动一项 1 亿美元的资助计划，将提供给全球 30 多个国家的 3 万多家符合条件的小企业。支付租金及运营成本，维持劳动力，与客户保持联系等。

五、未来发展趋势

（一）创新要素发展趋势

从创新要素看，当前全球的 ICT 创新更易受到影响要素波动，包括国际贸易、政策环境、突发疫情等影响要素对全球 ICT 产业的协作创新出现显著影响，给产业发展带来不确定性。各国愈加重视产业政策对创新的作用，致力于从金融、市场、科技、人才等多方面出台纲要规划。

从创新投入看，投资、人才等要素更趋于集中在创新活跃地区，

形成良性循环，也导致区域间乃至国家间的创新资源愈加不平衡，知识传播、转化的生态系统欠完善则进一步拉大落后地区与创新前沿的差距。

从创新产出的产品和服务看，中高端技术产品更能反映出一个国家将研发成果在国际市场上商业化的能力。多国的 ICT 产品创新竞争趋于中高端，产业链上游的竞争将更加激烈。

从创新产出模式看，领先人工智能、区块链等技术借助开源模式实现了广泛应用，降低了技术进入成本，避免了技术垄断，加速了创新扩散。与此同时，领先技术的引领者更热衷于以知识产权保护市场，以标准的推广统一产业朝向自身期望方向发展，从而掌握市场话语权，开源和标准在 ICT 产业发挥的作用越来越显著。

（二）产业创新趋势

从 ICT 产业内部看制造与服务的关系，全球 ICT 制造业分工体系多分布在中国、美国、中国台湾、韩国。很多创新活跃国家虽然研发密集但受制于市场规模、劳动力缺乏等创新要素而无法实现本土化生产制造。

从短期看，受疫情和国际关系波及，很多经济体出于确保产业链本土安全目的，可能会更强调创新要素的完备性，延迟或减缓去工业化步伐以提升商业化转化能力。

从长期看，制造业回流和产业多元化将导致经济活动的分布更广

泛，新晋者将获得更多介入机会。由于制造业的分散化趋势导致 ICT 产业价值链缩短，ICT 服务业将与 ICT 制造业深度融合，促使产业管理更加平台化、轻资产化。

从 ICT 产业外部看与其他产业的关系，ICT 产业作为新工业要素将融入工业制造业领域，推动以智能为标识的新工业革命，最终在工业技术、信息技术和智能技术的创新推动基础上实现智能制造的腾飞。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62304812

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

